

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-162415
(P2000-162415A)

(43)公開日 平成12年6月16日(2000.6.16)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 2 B 5/10		G 0 2 B 5/10	C
17/00		17/00	Z
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
			5 3 1 A
審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 10 頁)			

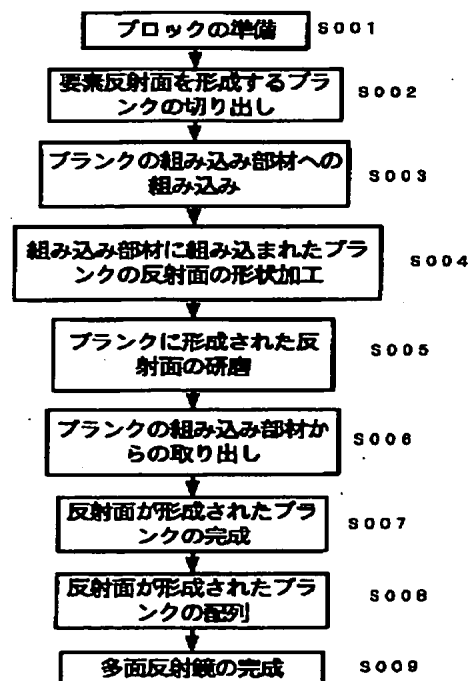
(21)出願番号	特願平11-267313	(71)出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22)出願日	平成11年9月21日(1999.9.21)	(72)発明者	瀧野 日出雄 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内
(31)優先権主張番号	特願平10-268580	(72)発明者	柴田 規夫 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内
(32)優先日	平成10年9月22日(1998.9.22)	(72)発明者	品田 邦典 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

(54)【発明の名称】 反射鏡の製造方法又は反射型照明装置又は半導体露光装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、設計通りの反射面形状を有する多光源形成反射鏡を歩留まり良く製造できる製造方法を提供することを第1の目的にし、更には、よりスループットの高い半導体露光装置を得ることを第2の目的にしている。

【解決手段】 上記の目的を達成するために、本発明の第1の形態では、所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射鏡の製造方法であって、被加工物から反射面以外の形状が要素反射面の形状になるように切り出して、ブランクを形成する工程(S002)と、次に、ブランクを組み込み用部材に組み込む工程(S003)と、次に、組み込み部材と共にブランクを切削又は研削加工して、ブランクの面を所定の曲面形状に加工する工程(S004)と、次に、所定の曲面形状に加工されたブランクの面を研磨加工して要素反射面を形成する工程(S005)と、次に、加工されたブランクをより取り出す工程(S006)とを複数回繰り返し、要素反射面が複数有したブランクを前記所定の位置に配列することとした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射鏡の製造方法であって、

被加工物から反射面以外の形状が所望の形状になるように切り出して、ブランクを形成する工程と、

次に、前記ブランクを組み込み用部材に組み込む工程と、

次に、前記組み込み用部材と共にブランクを切削又は研削加工して、前記ブランクの面を前記所定の曲面形状に加工する工程と、

次に、前記所定の曲面形状に加工された前記ブランクの面を研磨加工して要素反射面を形成する工程と、

次に、加工された前記ブランクを前記組み込み用部材から取り出す工程とを複数回繰り返し、要素反射面を有した複数のブランクを前記所定の位置に配列することで製造される反射鏡の製造方法。

【請求項 2】所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射型照明装置であって、

被加工物から反射面以外の形状が所望の形状になるように切り出して、ブランクを形成してから、前記ブランクを組み込み用部材に組み込み、前記所定の曲面の一部を前記ブランクに形成し、前記所定の曲面の一部が形成された要素反射面を前記所定の位置に配列した反射型照明装置。

【請求項 3】光源、マスクを保持して移動するマスクステージ、該マスクを前記光源からの光によって照明する照明光学系、該マスク上に形成されたパターンをウェハ上に投影する投影光学系、ウェハを保持して移動させるウェハステージを有する半導体露光装置であって、前記照明光学系の一部に請求項 2 記載の反射型照明装置を有し、前記要素反射面は前記投影光学系の光学視野と相似形であることを特徴とする半導体露光装置。

【請求項 4】請求項 3 記載の半導体露光装置であって、該反射型照明装置の各々の反射面は円弧形状であることを特徴とする半導体露光装置。

【請求項 5】所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射鏡の製造方法であって、

被加工物から反射面以外の形状が所望の形状になるように切り出して、ブランクを形成する工程と、

次に、前記ブランクを切削又は研削加工して、前記ブランクの面を前記所定の曲面形状に加工する工程と、

次に、前記所定の曲面形状に加工された前記ブランクの面を研磨加工して要素反射面を形成する工程とを複数回繰り返し、要素反射面を有した複数のブランクを前記所定の位置に配列することで製造される反射鏡の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射鏡の製造方法及び半導体製造装置に関するものであり、特に、微小な要素反射面を所定の位置に複数個、配列することにより構成される反射鏡の製造方法、反射型照明装置、更にはその照明装置を用いた半導体露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、DRAM や MCP 等の半導体デバイスの製造においては、最小線幅をより狭くする開発研究が盛んに行われており、デザインルール 0.13 μm (4G・DRAM 相当)、0.1 μm (16G・DRAM 相当)、更には 0.07 μm (32G・DRAM 相当) の実現に向けて種々の技術が開発されている。

【0003】この最小線幅の問題と切っても切れない関係性を有するのが、露光時に生じる光の回折現象であり、これに起因する像や集光点のボケが必要な最小線幅を実現する時の最大の問題点である。この回折現象の影響を抑えるためには露光光学系の開口数 (N.A.: Numerical aperture) を大きくする必要があり、光学系の大口径化と波長の短波長化が開発のポイントになっている。

【0004】ところが、光の波長が短くなると、特に 200 nm 以下になると、加工が容易で、光吸収の少ない光学材料が見当たらなくなってくる。そこで、透過光学系を捨てて、反射光学系による投影光学系の開発がなされており、相当な成果を上げている。その中に、複数の反射鏡の組み合わせによって、軟 X 線に対して円弧状の光学視野（露光領域として使用出来る領域）を実現し、マスクとウェハを投影縮小率比の相対速度で、互いに同期して移動させることによってチップ全体を露光しようとする方法がある。(例えば、Koichiro Hoh and Hiroshi Tanino; "Feasibility Study on the Extreme UV / Soft X-ray Projection-type Lithography", Bulletin of the Electrotechnical Laboratory Vol. 49, No. 12, P.983-990, 1985. が参照となる。なおこの文献を以後、参考文献 1 と記す)。

【0005】ところで、最小線幅と並んで上記の様な半導体デバイス製造にとって重要な要素にいわゆるスループットがある。このスループットに関与する要因としては、光源の発光強度、照明系の効率、反射系に使用する反射鏡の反射率、ウェハ上の感光材料・レジストの感度等がある。現在、光源としては、ArF レーザー、F₂ レーザー、更に短波長光の光源としてシンクロトロン放射光やレーザープラズマ光がある。また、これらの光を反射する反射鏡に関しても、高い反射率が得られるように多層膜反射鏡の開発も急ピッチで行われている（詳細は前述の参考文献 1、及び、Andrew M. Hawryluk et al; "Soft x-ray beamsplitters and highly dispersive multilayer mirrors for use as soft x-ray laser cavity component", SPIE Vol. 688 Multilayer Structure and Laboratory X-ray Laser Research (1986) P.8

1-90 及び、特開昭63-312640を参照)。

【0006】さて、半導体露光装置についてであるが、この半導体露光装置には、ムラ無く均一に原版を照明するために、光源の光量分布がどうであれ均一に原版に照明するための照明光学系が開発されている。この照明光学系に要求されるものは、一様照明性や開口性である。例えば特開昭60-232552号公報には、矩形形状の照明領域を対象とした技術が提案されている。しかし、半導体露光装置は、原版のパターンをウェハ上に形成する投影光学系を備えており、この投影光学系の視野が円弧状である場合、照明視野が矩形形状では光の利用効率が悪く、どうしても露光時間を短縮出来ず、従って、スループットが上がらなかった。

【0007】最近、この問題を解決する方法として、投影光学系の有する光学視野に合わせて照明視野を設定し、この照明視野に光源からの光を集光する方法として、例えば、特開平10-70058「X線縮小投影露光装置及びこれを用いた半導体デバイス製造装置」が提案されている。これは、照明光学系として図15に示すシリンドリカル形状の反射型凸面半円柱型インテグレートが用いられている。反射型凸面半円柱型インテグレートは、微小な凸半円柱面を1次元に多数配置した形状の反射面を持つ全反射ミラーである。また、反射型凸面半円柱型インテグレートの代わりに、図16に示すような反射型凹面半円柱型インテグレートを用いることもできる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような反射鏡は通常、一つの基板を被加工物として、ボールエンドミルを備えた切削加工機を用いて切削加工により製作される。ボールエンドミルは図17(a)に示すような形状であり、その位置を被加工物に対して3次元的に制御することによって、同図(b)のように色々な面の加工が可能である。

【0009】しかし、一つのアルミニウム基板から、図15に示した反射面形状を形成し、出来上がった多光源形成反射鏡を用いて実際に照明してみると、予期した良好な反射効率を有するインテグレートが形成されず、このようなインテグレートを用いた半導体露光装置には、高いスループットが得られなかった。そこで、その原因を追究したところ、図18に示すように、凸面形状と凸面形状が互いに隣接しており、谷となっている部分に加工残りが存在し、この部分の影響が主なものであることが判明した。この加工残りはボールエンドミルの軸半径に起因するものである。

【0010】また、一つの基板から複数の反射面形状を形成する加工法では、加工工程中において、たとえ1カ所加工に失敗しても、新たな被加工物を準備して、また最初から加工し直さなければならなかった。この結果、高い加工効率が得られなかった。更に、図15と図16

に示すような反射型インテグレートを既存の加工装置で製造しようとする、反射型インテグレートの一つの反射面の長さが長い、装置のステージの移動量が不足して加工できないことが多かった。

【0011】また、加工できたとしても、長尺であるために装置の運動精度が原因となって、高い形状精度が得られないと言う問題があった。そこで、本発明はこのような課題を解決するべく考案したものであり、設計通りの反射面形状を有する多光源形成反射鏡を歩留まり良く製造できる製造方法を提供することを第1の目的にし、更には、よりスループットの高い半導体露光装置を得ることを第2の目的にしている。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の第1の形態では、所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射鏡の製造方法であって、被加工物から反射面以外の形状が要素反射面の形状になるように切り出して、ブランクを形成する工程と、次に、ブランクを組み込み用部材に組み込む工程と、次に、組み込み用部材と共にブランクを切削又は研削加工して、ブランクの面を所定の曲面形状に加工する工程と、次に、所定の曲面形状に加工されたブランクの面を研磨加工して要素反射面を形成する工程と、次に、加工されたブランクを組み込み用部材から取り出す工程とを複数回繰り返し、要素反射面を有した複数のブランクを前記所定の位置に配列することとした。

【0013】この様に、要素反射面の輪郭など、要素反射面のうち反射面の曲率や面精度以外の形状と同じ形状になるように被加工物から切り出すことでブランクを形成し、そのブランクを組み込み用部材に組み込んでから、反射面の研削、研磨を行う。このとき、組み込み用部材もブランクと一緒に研削、研磨を施すことで、要素反射面の境目近傍における部分も形状加工できるようになった。

【0014】また、本発明の第2の形態では、所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射型照明装置であって、被加工物から反射面以外の形状が所望の形状になるように切り出して、ブランクを形成してから、ブランクを組み込み用部材に組み込み前記所定の曲面の一部を前記ブランクに形成することで形成された要素反射鏡を前記所定の位置に配列することとした。

【0015】この様に、反射面の輪郭など反射面以外の部分に関する形状と同じになるように、基板から切り出してブランクを形成し、そのブランクを組み込み用部材に組み込んで、組み込み部材と共に研削、研磨を行うことで、反射面の境目付近も所望の形状に形状加工することができる。そして、この様にして形成された要素反射鏡を所定の位置に配置して多面反射鏡を形成すること

で、有効反射面が広く明るい反射型照明装置を形成することができる。

【0016】また、更に本発明の第3の形態では、光源、マスクを保持して移動するマスクステージ、マスクを照明する照明光学系、マスク上のパターンをウェハ上に投影する投影光学系、ウェハを保持して移動させるウェハステージを有する半導体露光装置であって、照明光学系に本発明の第2の形態で示した反射型照明装置を有し、その要素反射面は投影光学系の光学視野と相似形であることとした。

【0017】この様に有効反射面が広く明るい反射型照明装置を用いることで、光源からの光を効率よくマスク上に照射することができ、スループットの向上した半導体露光装置を得ることができる。また、更に本発明の第3の形態では、マスクのパターンをウェハ上に投影する投影光学系の持つ、光学視野と相似形状の要素反射面を有することで、投影光学装置の光学視野以外の部分を照明せず、光学視野内のみに集光してマスクを照射するため、更にスループットの向上が期待できる。

【0018】また、本発明の第3の形態において、投影光学装置の光学視野としては、円弧状としている。また、本発明の第4の形態では、所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射鏡の製造方法であって、被加工物から反射面以外の形状が所望の形状になるように切り出して、ブランクを形成する工程と、次に、ブランクを切削又は研削加工して、ブランクの面を所定の曲面形状に加工する工程と、次に、所定の曲面形状に加工されたブランクの面を研削加工して要素反射面を形成する工程とを複数回繰り返し、要素反射面を有した複数のブランクを所定の位置に配列することで製造されることとした。

【0019】この様に最初に反射面の輪郭形状など精度をあまり高くする必要が無く、表面粗さもさほど小さくする必要が無い部分を先に加工して、その後高精度で高い表面粗さを必要とする反射面を形成し、それを所定の位置に複数配置することにより、有効反射面が大きく各反射面の境目部分も所望の反射面形状に加工できるようになった。

【0020】次に本発明の実施の形態を例示して、更に詳しく説明する。しかしながら、本発明は発明の実施の形態にのみ記載されたものだけに限られない。

【0021】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態として、図2に示す投影露光装置に用いられる反射型インテグレートである多面反射鏡について説明する。この多面反射鏡は、投影光学系の有する光学視野に合わせて照明視野を設定し、これによって照明効率を上げ、スループットの問題を解決するものであり、詳しくは同出願人が出願した特願平10-47400号に記載されている。この技術を図2をもとに簡単に説明する。

【0022】図2は、本発明の実施の形態における投影露光装置の概要図である。この投影露光装置では、光源1と、多面反射鏡2と、コンデンサー光学素子3と、反射鏡4と、マスク5と、マスクステージ5sと、投影光学系6と、ウェハ7と、ウェハステージ7sと、マスクステージコントローラ8と、ウェハステージコントローラ9が備わっている。

【0023】光源1より出た光は本発明の製造方法を用いて形成された多面反射鏡2に入射する。そして、多面反射鏡2で反射された光は、コンデンサー光学素子3及び反射鏡4を経てマスクステージ5s上に保持されたマスク5を照明する。なお、本明細書では多面反射鏡2、コンデンサー光学素子3及び反射鏡4をまとめて反射型照明光学系と言う。

【0024】マスク5には、ウェハステージ7s上に保持されたウェハ7上に描くべきパターンと相似形状のパターンが形成されている。そして、マスク5上のパターンは反射型照明光学系によって照明され、非球面反射鏡6a、6b、6c、6dからなる投影光学系6を通じてウェハ7上に投影される。この様に、マスク5に形成されたパターンをウェハ7上に投影している。

【0025】ところで、投影光学系6の光学視野は円弧形状であり、製作すべきデバイスチップ全体をカバー出来るほど広くはなく、マスク5とウェハ7を同期させて相対的に移動（スキャン）させながら露光を行うことによってチップ全体のパターンをウェハ上に形成する。このために、マスクステージ5sの移動量を制御するレーザー干渉距離計を含むマスクステージコントローラ8とウェハステージ7sの移動量を制御するウェハステージコントローラ9が備わっている。（このスキャンを伴う露光方式に関しては先の参考文献1を参照）。

【0026】ところで、多面反射鏡2は、光源1からの光から光学的に複数の2次光源を形成するためにある。したがって、多面反射鏡2は、それぞれの反射面の輪郭が同じ複数の微小な要素反射面を有し、要素反射面の面形状が複数種類あり、その要素反射面が面形状毎に繰り返し配列されている。なお、要素反射面の外形状は投影光学系の光学視野形状と相似形にしている。これによって位置P2に多数の点光源像Iが形成され、これがコンデンサー光学素子3によって必要な照明視野を形成する。上記のような技術を用いると、マスク上の照明すべき領域を無駄無く一様に照明出来、露光時間の短縮が可能になって、高いスループットを有する半導体露光装置の実現が可能になる。

【0027】上記の様な、円弧状の照明視野を有する反射型照明光学系に用いられる多面反射鏡2と、その多面反射鏡2に形成される一つの要素反射面を実際に設計した結果を図3、4を用いて説明する。図3(a)に示すように、この多面反射鏡2は3種類の要素反射面(A1、B1、C1)から構成されている。そして、それぞ

れの要素反射面の一边を合わせて列をなして設けられている。そして、この様な列を所定の数の列分形成して、多面反射鏡2を形成している。ところで、多面反射鏡2の各列は、要素反射面がA1、B1、C1、A1、B1、C1…の順に配列されている。そして、各要素反射面の面形状は、一定の曲率を有する凹面に図4(a)、(b)、(c)に示した形状を投影したときの形状を有している。

【0028】図4に示された凹面41は、焦点距離が図2に示すP2の距離と同じ距離を有する球面を有している。この凹面41に形成された球面に、図4に示すようにYZ面に平行な円弧状帯(平均半径がZhの円の円弧状帯)を投影した形状と同じ形状を各要素反射面は有している。そして、要素反射面A1の形状は、投影する円弧の円の中心を、凹面41の球面の中心軸に合わせたときの投影像と同形状である。また、要素反射面B1、C1の形状は、投影する円弧の中心を、凹面41の球面の中心軸に対して垂直方向にYhだけずらせたときの投影像と同形状である。この様な形状は、いずれもほぼ円弧状になる。紙面に対して垂直方向から見れば完全な円弧状である。

【0029】このようにして出来た要素反射面に、例えばX方向より平行光線を入射させると要素反射面A1による点像が凹面41の球面の焦点位置と同じ位置に形成され、要素反射面B1による点像が焦点位置よりYhだけ横ずれして形成される。また、要素反射面C1による点像も同じく基板41の球面の焦点位置より-Yhだけ横ずれして形成される。

【0030】なお、要素反射面の好適な実用的な設計解としては、要素反射面の曲率半径Rは160~2000mm、図4に示すZhの距離は4.5~55mm、円弧の幅(円弧状帯の幅)は0.3~20mm、円弧の長さは4.5~55mm、図4(b)(c)に示すYhは約2.3~27mmとなり、更に表面粗さが $r_{ms} < 0.3\text{nm}$ である。

【0031】ところで、図3に示した多面反射鏡2を、一枚の基板からボールエンドミルを備えた切削加工機を用いて切削加工して製造すると、図5に示すような形状になる。このように、各要素反射面51同士が互い隣接している部分に加工残りCRが存在し、この部分に照射された光が所定の位置に反射してこないことが判明した。このように所定の位置に反射してこない光が有ると、マスク5に照明される光量が低下し、ウェハー7への露光時間が長くなる。その結果、スループットが低い露光装置になってしまう。

【0032】この様なことを解決するために、本発明の第1の実施例である多面反射鏡の製造方法について、図面を用いて説明する。ここで、要素反射面の曲率半径Rは1300mm、Zhは19mm、円弧の幅(円弧状帯の幅)は1.4mm、円弧の長さは20mm、Yhは約

7.5mmの場合を例にとる。本発明の実施の形態では、上記の様な多面反射鏡2を製作する場合、一つの基板上に一体的に要素反射面を順次機械的に形成し、その後で各々の要素反射面の形状や表面粗さを修正する方法には性能に限度があること、また時間と手間がかかるため製作費用に関してもマイナスが大きいことを考慮して、先ず各々の要素反射面を設計値通り製作し、しかる後にそれらを組み合わせる方がより高性能な多面反射鏡を安価に得られる、という考えに立脚している。

【0033】具体的には、反射面の加工以外の反射面形状の輪郭が形成されたブランクを最初に形成し、このブランクに反射面を形成するために樹脂、金属、セラミックスガラスなど研削・研磨加工をブランクとともに実施できる物質で形成された組み込み部材によって固定する。そして、組み込む部材に組み込まれたブランクを所定の面形状に加工することによって、ブランクに所望の要素反射面を形成した。このようにして形成された要素反射面を有するブランクを所定の位置に配置して多面反射鏡2を得ようとするものである。

【0034】以下に本発明にかかる実施の形態について、図面を用いて説明する。図1は本発明に係る実施の形態である多面反射鏡2である光学素子の加工方法を表すブロック図である。以下に、図1を参照して本発明の実施の形態にかかる製造方法の手順を説明する。

【0035】まず、金属またはガラスまたはセラミックスのブロックを準備する(S001)。X線用の反射鏡として考えた場合、反射しきれなかったX線が熱となって反射鏡自体を暖めてしまうため、熱膨張率の比較的低いものが好ましい。ブロックとして用いることのできる材料としては、シリコン、ULE、スーパーインバー材、無酸素銅、インバー材、アルミニウム、炭素鋼、石英ガラス、スタバックス材、パイレックスガラスなどが考えられる。

【0036】次に、用意したブロックから要素反射面の輪郭形状と同じ形状になるようにブランクを切り出す(S002)。図6に示すような、ブランク150を多数個切り出す。この際には、ブランク150の反射面を形成する光学面以外の面は、設計値どおりの精度に加工しておく。一方、光学面を形成する面については、形状は不問である。ただし、できるだけ設計値に近い形状にしておけば、以下の工程が省力化できる。

【0037】こうして得られた複数のブランクを、光学面が上面になるように、図7に示すように組み込み用部材151に埋め込む(S003)。このとき、ブランク150の光学面は樹脂面から露出していなくても良い。つぎに、組み込み用部材151の光学面側、すなわち図7に示した組み込み用部材151の上面を、所望の形状に形状加工を行う(S004)。これにより、ブランクの光学面が設計値どおりの形状を有するようになる。

【0038】さらに、この切削加工されたブランクの面

を研磨し、鏡面に仕上げる(S005)。その後組み込み用部材151からブランクを取り出す(S006)ことで、図8に示すような形状を有するブランクが完成する(S007)。この様にしてブランクに各要素反射面A1、B1、C1をそれぞれ複数個作成し、その後それぞれのブランクを要素反射面が周期的に配列されるように、所定の位置に配置する(S008)。このようにして、図3に示した多面反射鏡2を製造することができる(S009)。

【0039】なお、組み込み用部材151にブランクを組み込んで要素反射面の光学面形状を形成する方法以外でも良い。例えば、要素反射面のエッジ部の縁だれが生じて、エッジ部の形状精度が多少低下しても目標精度以内の面形状を有する要素反射面を形成する場合ならば、ブランクを組み込み用部材に組み込まずに光学面を形成しても良い。

【0040】次に、従来の技術で説明した図15及び図16で示される反射型インテグレータを製造する場合における本発明の第2の形態について説明する。図15に示した反射型インテグレータを形成する場合の製造方法の概略を図9に示した。まず、最初に要素反射面を有したブランク91を形成する。図15に示した反射型インテグレータは、図15の紙面、奥行き方向に非常に長く、また図15の紙面、幅方向に半円柱形状の反射面が繰り返し形成されているような形状である。

【0041】したがって、本発明の第2の実施の形態では、まず、一つの半円柱形状を持つブランクを形成する。また、このブランクの長さも加工装置のステージに合わせ、あまり長くない程度の長さで要素反射面を形成する。この様にして形成された要素反射面を有するブランクを図9に示すように、断面形状が合うように2次元的に配置する。この様にすることで十分な反射面積を有する。

【0042】なお、要素反射面の形状を有したブランクの形成方法は先に説明した実施の形態と同じ方法で形成できる。最初に平面のブロックから要素反射面の輪郭と同じ形状に切り出し、そして、組み込み用部材に切り出されたブランクを組み込む。そして、組み込み用部材に組み込まれたブランクの光学面に研削・研磨を行って反射面形状を形成する。この様にして形成できる。なお、図16に示すような凹面の反射面を有する反射型インテグレータも同様な方法で図10に示したように配置することで形成することができる。なお、半円柱面の長さがそれほど長尺で無い場合には、特に分割する必要が無いので、図11に示したように長手方向には分割しないで製造しても良い。

【0043】つぎに、本発明に係る第1の実施の形態の加工方法をより具体的に説明する。まず、無酸素銅のブロックを準備する。このブロックを図12に示すように、フライスカッターにより、厚み1.0

mm、高さ5mmで、断面(図中の斜線部)が半径5mmの円弧状で、長さが5mmのブランク150を複数製作する。図12では、ブロック121からフライスカッター122によりブランク150を切削する様子が図示されている。

【0044】なお、ブランク150の光学面を形成する面については、ブロック121から切り出す際に単に平面に加工しておいた。次に、このブランク150の光学面を形成する面が上になるようにし、そして、ブランク150の中心が形状加工する曲面の中心から $Zh=5\text{mm}$ の位置になるように旋盤に固定できるよう、ブランク150を組み込み用部材151に固定する。具体的には、ブランク150を熱可塑性の樹脂粉末に投入し、加熱、冷却することにより樹脂の組み込み用部材の中に埋め込む。そして、ブランク150が埋め込まれた組み込み用部材を旋盤に取り付け、曲率半径180mmの凹面球面に加工する。

【0045】加工終了後、旋盤からブランク150が埋め込まれた組み込み用部材151を取り外し、研磨機に取り付け、研磨する。これにより高い面精度を有しかつ表面粗さも十分小さい要素反射面A1がブランクに形成される。つぎに、組み込み用部材151から、要素反射面が形成されたブランク150を取り出す。

【0046】このようにして、要素反射面が形成された複数のブランク150を製作してゆく。なお、要素反射面B1やC1を形成する場合は、前述と同様にしてブランクを製作し、ブランク150の中心が形状加工する曲面の中心から $Zh=5\text{mm}$ 、 $Yh=\pm 2.5\text{mm}$ の位置になるように旋盤に固定できるよう、ブランク150を組み込み用部材151に固定する。後は、前述と同じようにして製作することができる。

【0047】以上のようにして、要素反射面A1、B1、C1を製作し、これらの要素反射素子を図3のように配列することにより、多光源形成反射鏡を高精度に製作することができる。以上のように、同じ曲率半径を有する球面の1部分である要素反射面A1、B1、C1から構成される多面反射鏡2の加工方法を示した。しかし、本発明で加工できる要素反射面の形状はこれに限られない。たとえば、要素反射面の種類は、3種類よりも多くても、少なくとも良い。また、要素反射面は非球面の1部分であっても良い。また、ブロックからブランクを切り出すときの方法に放電ワイヤーを用いても良い。

【0048】前述の実施の形態では、組み込み用部材としては、切り出されたブランクを粉末状の樹脂を埋め込んで形成された樹脂製の組み込み用部材を用いたが、本発明はこれだけに限られない。他には、例えば、組み込み用部材を最初に形成しておき、その組み込み用部材にブランクの雌形状に相当する穴をあけ、ブランクの光学面を形成する面に形状加工を行う際には、ブランクを組み込み用部材の穴に挿入して組み込んで良い。また、

他に、図13に示すように、組み込み用部材151を組み込み用部材151aと組み込み用部材151bの分割構造にし、組み込み用部材151aと組み込み用部材151bとでブランク150を挟み込むようにして支持しても良い。なお、分割構造は図13に示されたパターン以外でも良い。なお、組み込み用部材151については、今まで樹脂製を前提に話をしてきたが、本発明はこれに限られるものではなく、金属、セラミックス又はガラスでも良い。

【0049】また、更に本発明では、要素反射面が形成されたブランクをただ並べて配置するだけでは無く、図14に示すように組み上げても良い。図14は、前述のように要素反射面が形成されたブランクの裏面に、位置調整用部材200を設けたブランク150aを示している。この位置調整用部材200は、直交する3つの方向にそれぞれ基準面 x_1 、 y_1 、 z_1 が形成されている。また、図14には要素反射面が形成されたブランク151aを固定する基板201に、基準部材202が形成されている。この基準部材202には、基準面 x_1 、 y_1 に対向するように x_2 、 y_2 の基準面が形成されている。これを多面反射鏡2に必要な反射面の数と同じ数だけ設けられている。位置調整用部材200が設けられたブランク150aを基板201に固定する際には、基準面 x_1 と x_2 、 y_1 と y_2 がそれぞれ接する用に配置し、更に基準面 z_1 は基板と接するように配置して固定する。この様にする事で各ブランクを効率よく高精度に配置することが出来る。

【0050】なお、このように加工した面に対して反射率を上げるために、アルミニウム薄膜を約100nmの厚さに蒸着によって形成することが好ましい。また、さらにその上に酸化防止と反射率の維持の観点よりフッ化マグネシウムを数十nmの厚さに蒸着により形成した。この様にする事で、F₂レーザから放射された波長の光を効率よく反射することが可能となる。また更に、軟X線領域の光(電磁波)を使用する時のためには、ケイ素とモリブデンの多層膜(前述の参考文献1を参照)を形成することが好ましい。

【0051】

【発明の効果】上述のように、本発明によって提供される加工方法により、多数の反射面からなる複雑形状の反射鏡を高精度かつ高い加工効率で製造できる。また本製造方法により得られた反射鏡は、半導体デバイス製造装置用の照明装置に好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】：本発明の第1の実施の形態に係る加工手順を示すブロック図である。

【図2】：本発明の第1の実施の形態に係る加工手順で形成された多面反射鏡を使用した露光装置の光学系の概略構成図である。

【図3】：本発明の第1の実施の形態に係る加工手順で

形成された多面反射鏡の概略構成図

【図4】：多面反射鏡を構成する要素反射面の面形状を示す図

【図5】：従来加工法により形成された多面反射鏡の形状を示した図である。

【図6】：ブロックから切り出されたブランクの形状を示した図である。

【図7】：ブランクを組み込み用部材に組み込んだときの様子を示した図面である。

【図8】：所望の反射面が形成されたブランクの概略図である。

【図9】：本発明の第2の形態の加工法で形成された多面反射鏡の概略構成図である。

【図10】：本発明の第2の形態の加工法で形成された多面反射鏡の概略構成図である。

【図11】：本発明の第2の形態の加工法で形成された多面反射鏡の概略構成図である。

【図12】：ブロックからブランクをフライスで切り出す方法を示した図である。

【図13】：組み込み用部材の他の例を示した図である。

【図14】：ブランクに形成された位置調整用部材と、基板に設けられた基準部材を示した図である。

【図15】：反射型凸面円柱形状のインテグレータの概略図である。

【図16】：反射型凹面円柱形状のインテグレータの概略図である。

【図17】：ボールエンドミルの形状と加工可能な曲面を示した図である。

【図18】：従来の加工法で形成された反射型凸面円柱形状のインテグレータの断面形状図である。

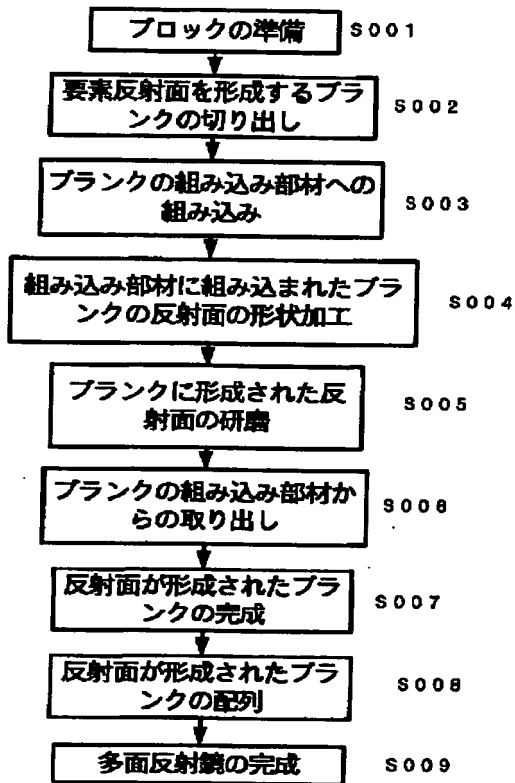
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 多面反射鏡
- 3 コンデンサー光学素子
- 4 反射鏡
- 5 マスク、 5 s マスクステージ
- 6 投影光学系
- 7 ウェハ、 7 s ウェハステージ
- 8 マスクステージコントローラ
- 9 ウェハステージコントローラ
- 41 要素反射面の反射面形状を示す凹球面
- 51 従来の加工法で形成された要素反射面
- 121 ブロック
- 122 フライスカッタ
- 150、91、101、111 ブランク

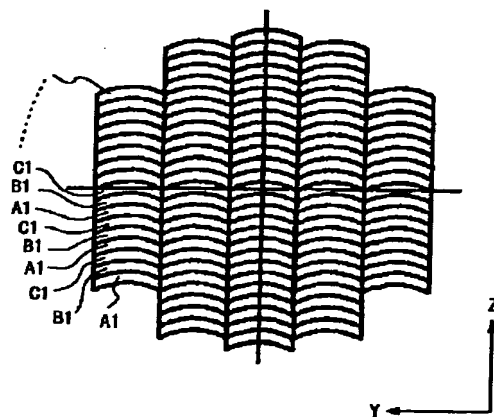
150a . . . 位置調整用部材が形成されたブランク
 151 組み込み用部材
 201 基板

202 基準部材
 A1、B1、C1・要素反射面
 CR 加工残り

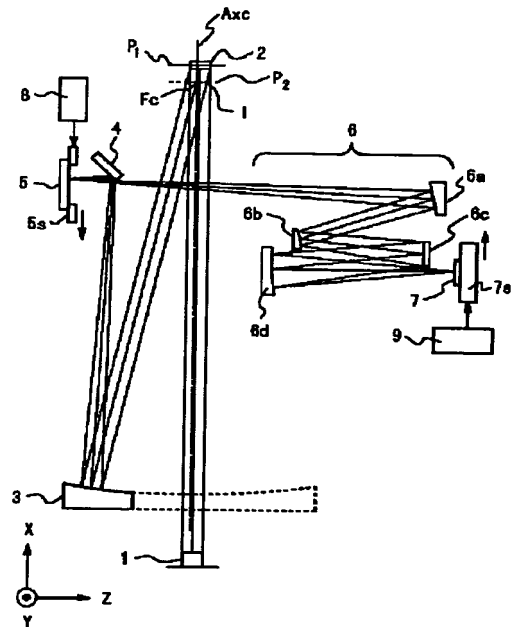
【図1】



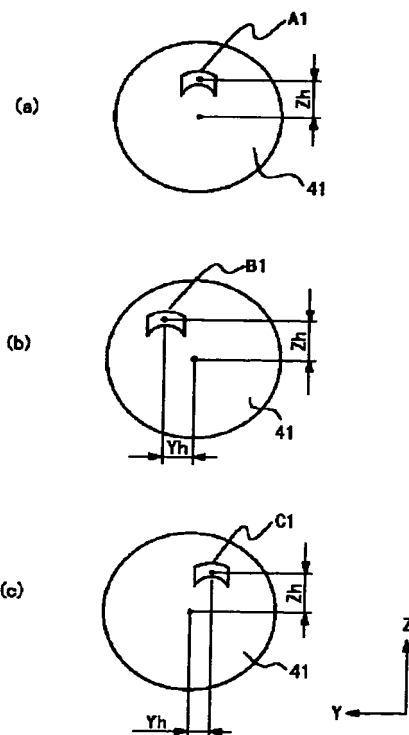
【図3】



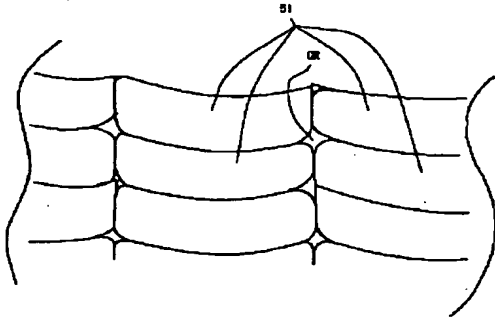
【図2】



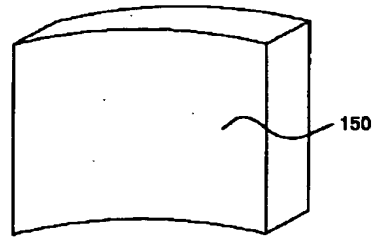
【図4】



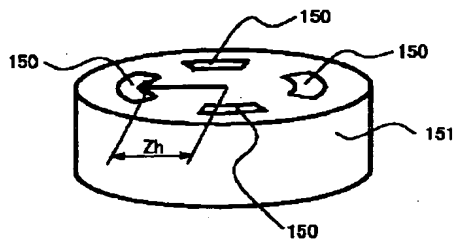
【図 5】



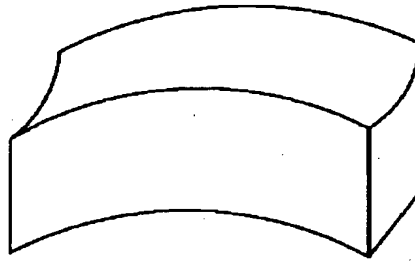
【図 6】



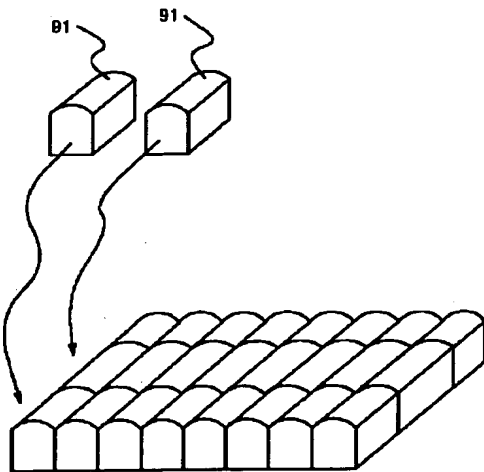
【図 7】



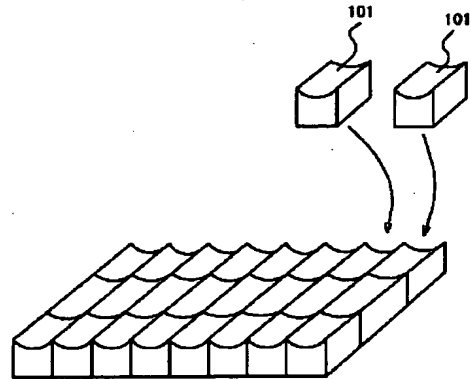
【図 8】



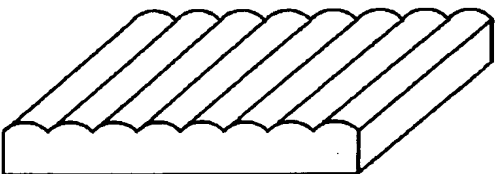
【図 9】



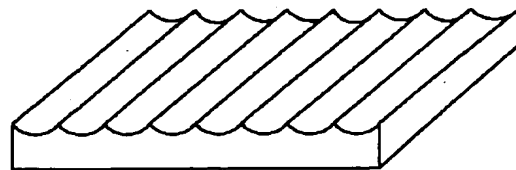
【図 10】



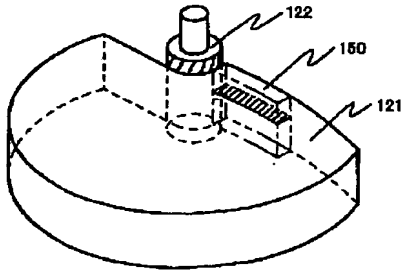
【図 15】



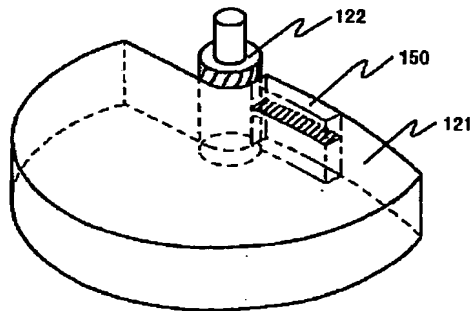
【図 16】



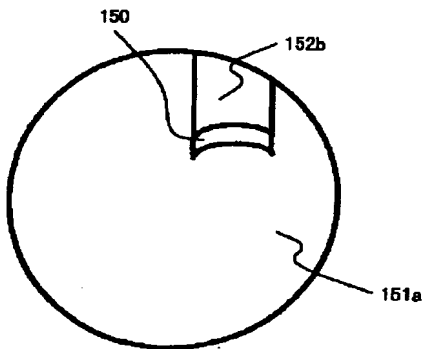
【図 11】



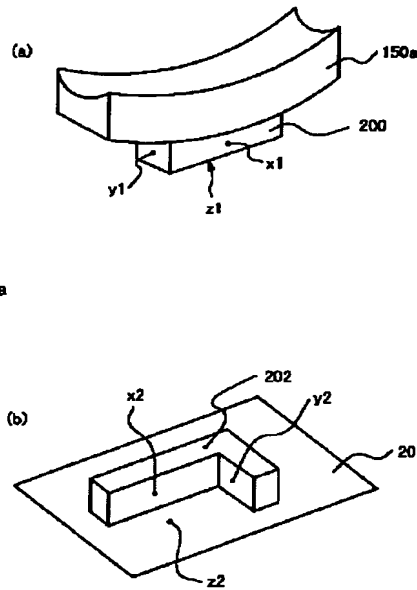
【図 12】



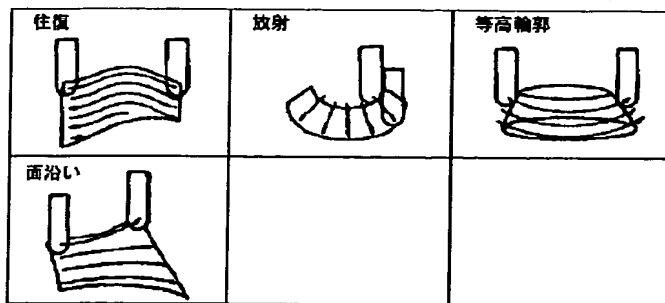
【図 13】



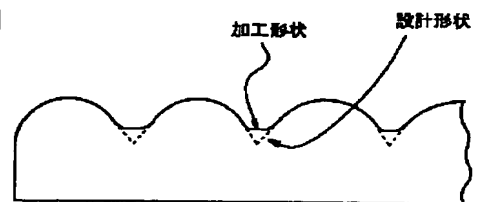
【図 14】



【図 17】



【図 18】



(a)

(b)

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Form two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface, are the manufacture approach of the reflecting mirror which it comes to arrange to a position, and it starts so that configurations other than a reflector may turn into a desired configuration from a workpiece. With the process which forms a blank, next, the process which includes said blank in the member for inclusion, Next, a grinding process is cut or carried out. a blank with said member for inclusion With the process which processes said predetermined curved-surface configuration, the field of said blank Next, the process which carries out polish processing of the field of said blank processed into said predetermined curved-surface configuration, and forms an element reflector, Next, the manufacture approach of the reflecting mirror manufactured in arranging two or more blanks which had the multiple-times deed and the element reflector for the process which takes out said processed blank from said member for inclusion to said position.

[Claim 2] Form two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface, are the reflective mold lighting system which it comes to arrange to a position, and it starts so that configurations other than a reflector may turn into a desired configuration from a workpiece. The reflective mold lighting system which arranged the element reflector in which said blank was included in the member for inclusion, said a part of predetermined curved surface was formed in said blank, and said a part of predetermined curved surface was formed after forming the blank to said position.

[Claim 3] The light source, the mask stage where hold a mask and it moves, the illumination-light study system which illuminates this mask by the light from said light source, The projection optical system which projects on a wafer the pattern formed on this mask, It is the semi-conductor aligner which is a semi-conductor aligner which has the wafer stage to which a wafer is held and moved, has a reflective mold lighting system according to claim 2 in said a part of illumination-light study system, and is characterized by said element reflector being the optical visual field and analog of said projection optical system.

[Claim 4] It is the semi-conductor aligner which is a semi-conductor aligner according to claim 3, and is characterized by each reflector of this reflective mold lighting system being a radii configuration.

[Claim 5] Form two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface, are the manufacture approach of the reflecting mirror which it comes to arrange to a position, and it starts so that configurations other than a reflector may turn into a desired configuration from a workpiece. Next, a grinding process is cut or carried out. the process which forms a blank — said blank Next, a multiple times deed the process which processes the field of said blank into said predetermined curved-surface configuration — the process which carries out polish processing of the field of said blank processed into said predetermined curved-surface configuration, and forms an element reflector The manufacture approach of the reflecting mirror manufactured in arranging two or more blanks which had the element reflector to said position.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the reflecting mirror constituted by arranging two or more minute element reflectors to a position especially, a reflective mold lighting system, and the semi-conductor aligner using the lighting system further about the manufacture approach of a reflecting mirror, and semiconductor fabrication machines and equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In manufacture of semiconductor devices, such as current, DRAM, and MCP, development research which makes minimum line width narrower is performed briskly, and it is a design rule. Various techniques are developed towards implementation (0.13 micrometers (an equivalent for 4 G-DRAM), 0.1 micrometers (an equivalent for 16 G-DRAM), and 0.07 more micrometers (an equivalent for 32 G-DRAM)).

[0003] The diffraction phenomena of the light produced at the time of exposure have the problem of this minimum line width, and inseparable relation, and it is the greatest trouble in case dotage of the image resulting from this and a condensing point realizes required minimum line width. In order to press down the effect of these diffraction phenomena, it is necessary to enlarge numerical aperture (N.A.:Numerical aperture) of exposure optical system, and diameter [of macrostomia]-izing of optical system and short wavelength-ization of wavelength have become the point of development.

[0004] however — if the wavelength of light becomes short — especially — If set to 200nm or less, processing is easy and an optical material with little optical absorption stops finding. Then, a transmitted light study system is thrown away, development of the projection optical system by catoptric system is made, and considerable success is achieved. The combination of two or more reflecting mirrors realizes an optical radii-like visual field (field which can be used as an exposure field) to soft X ray, and the approach which is going to expose the whole chip is in it by synchronizing mutually and moving a mask and a wafer with the relative velocity of a projection reduction percentage ratio. (For example, Koichiro Hoh and Hiroshi Tanino; "Feasibility Study on the Extreme UV/Soft X-ray Projection-type Lithography", Bulletin of the Electrontechnical Laboratory Vol.49, No.12, P.983-990, and 1985. are referred to.) In addition, this reference is henceforth described as reference 1.

[0005] By the way, together with minimum line width, the so-called throughput is in an important element for the above semiconductor device manufactures. As a factor which participates in this throughput, there are luminescence reinforcement of the light source, effectiveness of an illumination system, a reflection factor of the reflecting mirror used for a reflective system, sensibility of the sensitive material and the resist on a wafer, etc. as current and the light source — ArF laser and F — there are 2 laser of synchrotron radiation and laser plasma light as short wave Nagamitsu's light source further. moreover, also about the reflecting mirror which reflects such light, development of a multilayer reflecting mirror is also at a quick pace, and is performed so that a high reflection factor may be obtained (the reference 1 of the above-mentioned for details — and) Andrew M.Hawryluk et al;"Soft x-ray beamsplitters and highly dispersive

multilayer mirrors for use as soft x-ray laser cavity component", SPIE Vol.688 Multilayer Structure and Laboratory X-ray Laser Research P.81-90 (1986) It reaches and refer to JP,63-312640,A.

[0006] Now, although it is about a semi-conductor aligner, in order to illuminate the original edition to homogeneity that there is no nonuniformity in this semi-conductor aligner, the illumination-light study system for illuminating to homogeneity at the original edition whatever the quantity of light distribution of the light source is developed. It is uniform lighting nature and the opening nature which are required of this illumination-light study system. For example, the technique for the lighting field of a rectangle configuration is proposed by JP,60-232552,A. However, the semi-conductor aligner was equipped with the projection optical system which forms the pattern of the original edition on a wafer, when the visual field of this projection optical system was circular, in the rectangle configuration, the lighting visual field had the bad utilization effectiveness of light, and could never shorten the exposure time, therefore a throughput did not go up.

[0007] Recently, according to the optical visual field which a projection optical system has, a lighting visual field is set up as an approach of solving this problem, and JP,10-70058,A "an X-ray cutback projection aligner and the semiconductor device manufacturing installation using this" is proposed as an approach of condensing the light from the light source within this lighting visual field. The reflective mold convex semicircle column type integrator of the cylindrical configuration which this shows to drawing 15 as an illumination-light study system is used. A reflective mold convex semicircle column type integrator is a total reflection mirror with the reflector of the configuration which has arranged much minute convex semicircle cylindrical surfaces to one dimension. Moreover, a reflective mold concave surface semicircle column type integrator as shown in drawing 16 can also be used instead of a reflective mold convex semicircle column type integrator.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the above reflecting mirrors are usually manufactured by cutting by making one substrate into a workpiece using the cutting machine equipped with the ball end mill. A ball end mill is a configuration as shown in drawing 17 (a), and by controlling the location in three dimension to a workpiece, as shown in this drawing (b), processing of various fields is possible for it.

[0009] However, when the reflector configuration shown in drawing 15 was formed and was actually illuminated from one aluminum substrate using the done multi-light source formation reflecting mirror, the integrator which has the expected good reflective effectiveness was not formed, and a high throughput was not obtained by the semi-conductor aligner using such an integrator. Then, when that cause was investigated, as shown in drawing 18, the convex configuration and the convex configuration adjoined mutually, the processing remainder existed in the part used as a trough, and it became clear that the effect of this part is main. This processing remainder originates in the axial radius of a ball end mill.

[0010] Moreover, by the processing method which forms two or more reflector configurations from one substrate, even if one-place processing went wrong into the processing process, a new workpiece is prepared and it had to be reprocessed from the beginning. Consequently, high processing effectiveness was not acquired. Furthermore, when it was going to manufacture the reflective mold integrator as shown in drawing 15 and drawing 16 with existing processing equipment, since the die length of one reflector of a reflective mold integrator was long, the movement magnitude of the stage of equipment was insufficient and it was not able to be processed in many cases.

[0011] Moreover, even if processible, since it was a long picture, the motion precision of equipment became a cause, and there was a problem referred to as that a high configuration precision is not acquired. Then, this invention is devised so that it may solve such a technical problem, and it sets it as the 1st object to offer the manufacture approach that the multi-light source formation reflecting mirror which has a reflector configuration as a design can be manufactured with the sufficient yield, and sets it as the 2nd object to obtain a semi-conductor aligner with a throughput high further more.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, with the 1st gestalt of this invention Form two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface, are the manufacture approach of the reflecting mirror which it comes to arrange to a position, and it starts so that configurations other than a reflector may turn into a configuration of an element reflector from a workpiece. With the process which forms a blank, next, the process which includes a blank in the member for inclusion, A blank with the member for inclusion Next, a cut or the process which carries out a grinding process and processes the field of a blank into a predetermined curved-surface configuration, next, the process which carries out polish processing of the field of the blank processed into the predetermined curved-surface configuration, and forms an element reflector — next, the processed blank — incorporating — business — we decided to arrange two or more blanks with a multiple-times deed and an element reflector for the process taken out from a member to said position.

[0013] Thus, after the profile of an element reflector etc. forms a blank by starting from a workpiece so that it may become the same configuration as the curvature of a reflector, or configurations other than profile irregularity among element reflectors, and it includes that blank in the member for inclusion, grinding of a reflector and polish are performed. The member for inclusion also came to be able to carry out configuration processing also of the part [/ near the boundary line of an element reflector] by giving grinding and polish together with a blank at this time.

[0014] Moreover, with the 2nd gestalt of this invention, form two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface, are the reflective mold lighting system which it comes to arrange to a position, and it starts so that configurations other than a reflector may turn into a desired configuration from a workpiece. After forming the blank, we decided to arrange the element reflecting mirror formed by including a blank in the member for inclusion and forming said a part of predetermined curved surface in said blank to said position.

[0015] Thus, configuration processing also of near the boundary line of a reflector can be carried out at a desired configuration by starting from a substrate, forming a blank, including that blank in the member for inclusion, and performing grinding and polish with an inclusion member so that it may become the same as configurations about parts other than a reflector, such as a profile of a reflector. And an effective reflector can form a large bright reflective mold lighting system by arranging to a position the element reflecting mirror formed by carrying out in this way, and forming a multiple reflecting mirror.

[0016] Furthermore, it has the reflective mold lighting system which are the mask stage where holds the light source and a mask with the 3rd gestalt of this invention, and it moves, the illumination light study system which illuminates a mask, the projection optical system which projects the pattern on a mask on a wafer, and a semi-conductor aligner which has the wafer stage to which a wafer is hold and move, and was showed with the 2nd gestalt of this invention in an illumination light study system, and it presupposed that it is the element reflector the optical visual field and the analog of a projection optical system.

[0017] Thus, by using a large bright reflective mold lighting system, an effective reflector can irradiate the light from the light source on a mask efficiently, and can obtain the semi-conductor aligner whose throughput improved. Furthermore, with the 3rd gestalt of this invention, since any parts other than the optical visual field of projection optics equipment are not illuminated, but it condenses only in an optical visual field and a mask is irradiated by having the element reflector of an optical visual field and a parallelism configuration in which the projection optical system projected on a wafer has the pattern of a mask, improvement in a throughput is further expectable.

[0018] Moreover, in the 3rd gestalt of this invention, it is supposed as an optical visual field of projection optics equipment that it is circular. Moreover, with the 4th gestalt of this invention, form two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface, are the manufacture approach of the reflecting mirror which it comes to arrange

to a position, and it starts so that configurations other than a reflector may turn into a desired configuration from a workpiece. Next, a grinding process is cut or carried out, the process which forms a blank — a blank the process which processes the field of a blank into a predetermined curved-surface configuration — next, we decided to be manufactured in arranging to a position two or more blanks which had the multiple-times deed and the element reflector for the process which carries out polish processing of the field of the blank processed into the predetermined curved-surface configuration, and forms an element reflector.

[0019] Thus, an effective reflector can also process now the boundary line part of each reflector into a desired reflector configuration greatly by processing previously a part without the need that there is no need of making precision, such as a profile configuration of a reflector, not much high, and surface roughness also makes it so small, forming the reflector which needs high surface roughness with high degree of accuracy after that, and arranging two or more them to a position first.

[0020] Next, the gestalt of operation of this invention is illustrated and it explains in more detail. However, this invention is not restricted only to what was indicated by only the gestalt of implementation of invention.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Next, the multiple reflecting mirror which is the reflective mold integrator used for the projection aligner shown in drawing 2 as a gestalt of operation of this invention is explained. A lighting visual field is set up according to the optical visual field which a projection optical system has, this multiple reflecting mirror solves the problem of raising and a throughput, it is indicated by this at Japanese Patent Application No. No. 47400 [ten to] for which this applicant applied in detail, and lighting effectiveness is in it by it. This technique is explained briefly based on drawing 2 .

[0022] Drawing 2 is the schematic diagram of the projection aligner in the gestalt of operation of this invention. In this projection aligner, the light source 1, the multiple reflecting mirror 2, the capacitor optical element 3, a reflecting mirror 4, a mask 5, mask stage 5s, a projection optical system 6, a wafer 7, wafer stage 7s, the mask stage controller 8, and the wafer stage controller 9 are equipped.

[0023] Incidence of the light which came out from the light source 1 is carried out to the multiple reflecting mirror 2 formed using the manufacture approach of this invention. And the light reflected with the multiple reflecting mirror 2 illuminates the mask 5 held on mask stage 5s through the capacitor optical element 3 and the reflecting mirror 4. In addition, on these descriptions, the multiple reflecting mirror 2, the capacitor optical element 3, and a reflecting mirror 4 are collectively called reflective mold illumination-light study system.

[0024] The pattern which should be drawn on the wafer 7 held on wafer stage 7s, and the pattern of a parallelism configuration are formed in the mask 5. And the pattern on a mask 5 is illuminated by the reflective mold illumination-light study system, and is projected on a wafer 7 through the projection optical system 6 which consists of aspheric surface reflecting mirrors 6a, 6b, 6c, and 6d. Thus, the pattern formed in the mask 5 is projected on a wafer 7.

[0025] By the way, the optical visual field of a projection optical system 6 is a radii configuration, and forms the pattern of the whole chip on a wafer by exposing synchronizing a mask 5 and a wafer 7 and moving them relatively as widely as the whole device chip which should be manufactured can be covered, (scan). For this reason, the mask stage controller 8 containing the laser interference range finder which controls mask stage 5s movement magnitude, and the wafer stage controller 9 which controls wafer stage 7s movement magnitude are equipped. . (see the previous reference 1 about the exposure method accompanied by this scan).

[0026] By the way, there is a multiple reflecting mirror 2 in order to form two or more secondary light sources optically from the light from the light source 1. Therefore, the multiple reflecting mirror 2 has two or more minute element reflectors where the profile of each reflector is the same, and those with two or more kinds and its element reflector are repeatedly arranged for the field configuration of an element reflector for every field configuration. In addition, the shape of an appearance of an element reflector is made into the optical visual field configuration and analog of a projection optical system. Many point light source images I are formed in a location

P2 of this, and this forms a required lighting visual field by the capacitor optical element 3. If the above techniques are used, can illuminate the field which should illuminate on a mask uniformly without futility, compaction of the exposure time will be attained, and implementation of the semi-conductor aligner which has a high throughput will be attained.

[0027] The result of having designed actually one element reflector formed in the multiple reflecting mirror 2 used for the reflective mold illumination-light study system which has the above radii-like lighting visual fields, and its multiple reflecting mirror 2 is explained using drawing 3 and 4. As shown in drawing 3 (a), this multiple reflecting mirror 2 consists of three kinds of element reflectors (A1, B1, C1). And one side of each element reflector is doubled, and a train is made and it is prepared. And a predetermined number forms such a train by the train, and the multiple reflecting mirror 2 is formed. By the way, for each train of the multiple reflecting mirror 2, an element reflector is A1, B1, C1, A1, B1, and C1. — It is arranged in order. And the field configuration of each element reflector has the configuration when projecting the configuration shown in drawing 4 (a), (b), and (c) on the concave surface which has fixed curvature.

[0028] The concave surface 41 shown in drawing 4 has the spherical surface which has the distance as the distance of P2 shown in drawing 2 $R > 2$ with the same focal distance. Each element reflector has the same configuration as the configuration which projected the circular band (an average radius is the circular band of the circle of Zh) parallel to YZ side on the spherical surface formed in this concave surface 41 as shown in drawing 4. And the configuration of the element reflector A1 is the shape of a projection image and isomorphism when doubling the core of the circle of the radii to project with the medial axis of the spherical surface of a concave surface 41. Moreover, the configuration of the element reflectors B1 and C1 is the shape of a projection image and isomorphism when only Yh is able to shift the core of the radii to project perpendicularly to the medial axis of the spherical surface of a concave surface 41. As for such a configuration, all become radii-like mostly. perfect, if it sees from a perpendicular direction to space — it is circular.

[0029] Thus, if incidence of the parallel ray is carried out for example, from the direction of X, the point by the element reflector A1 will be formed in the same location as the focal location of the spherical surface of a concave surface 41, and the point by the element reflector B1 carries out the strike slip only of the Yh to the made element reflector from a focal location, and it is formed in it. Moreover, the point by the element reflector C1 is also the same, and it is the focal location of the spherical surface of a substrate 41. — The strike slip only of the Yh is carried out and it is formed.

[0030] In addition, for the width of face (width of face of a circular band) of 4.5–55mm and radii, as a suitable practical design solution of an element reflector, Yh the distance of Zh shown in 160–2000mm and drawing 4 indicates the die length of 0.3–20mm and radii to be to 4.5–55mm, drawing 4 (b), and (c) is [the radius of curvature R of an element reflector] abbreviation. It is set to 2.3–27mm, and surface roughness is $rms < 0.3nm$ further.

[0031] By the way, if cutting of the multiple reflecting mirror 2 shown in drawing 3 is carried out and it is manufactured using the cutting machine equipped with the ball end mill from one substrate, it will become a configuration as shown in drawing 5. Thus, processing remaining CR existed in the part in which each [element reflector 51] are each-other carrying out contiguity, and it became clear that the light irradiated by this part did not reflect in a position. Thus, if there is light which is not reflected in a position, the quantity of light illuminated by the mask 5 will fall, and the exposure time to a wafer 7 will become long. Consequently, a throughput will become a low aligner.

[0032] In order to solve such a thing, the manufacture approach of the multiple reflecting mirror which is the 1st example of this invention is explained using a drawing. Here, for the die length of 1.4mm and radii, 20mm and Yh are [the radius of curvature R of an element reflector / 1300mm and Zh / the width of face (width of face of a circular band) of 19mm and radii] abbreviation. The case of 7.5mm is taken for an example. There is a limit in the approach of forming an element reflector mechanically one by one in one on one substrate, and correcting the configuration and surface roughness of each element reflector by after that with the gestalt of operation of this invention, when manufacturing the above multiple reflecting mirrors 2 at the

engine performance, Moreover, it is based on the idea that each element reflector is first manufactured in consideration of minus being large also about fabrication costs as a design value, and a more highly efficient [many sides / combine / with after an appropriate time / them] reflecting mirror can be cheaply obtained since time amount and time and effort are taken.

[0033] In order to specifically form first the blank in which the profile of reflector configurations other than processing of a reflector was formed and to form a reflector in this blank, it fixes by the inclusion member formed by the matter which can carry out grinding and polish processings, such as resin, a metal, and ceramic glass, with a blank. And the desired element reflector was formed in the blank by processing the blank included in the member to incorporate into a predetermined field configuration. Thus, the blank which has the formed element reflector tends to be arranged to a position, and it is going to obtain the multiple reflecting mirror 2.

[0034] The gestalt of the operation which starts this invention below is explained using a drawing. Drawing 1 is a block diagram showing the processing approach of the optical element which is the multiple reflecting mirror 2 which is the gestalt of operation concerning this invention. The procedure of the manufacture approach which starts the gestalt of operation of this invention with reference to drawing 1 below is explained.

[0035] First, the block of a metal, glass, or the ceramics is prepared (S001). When it thinks as a reflecting mirror for X-rays, in order for the X-ray which was not able to be reflected to serve as heat and to warm the reflecting mirror itself, the comparatively low thing of coefficient of thermal expansion is desirable. As an ingredient which can be used as a block, silicon, ULE, super Invar material, oxygen free copper, the Invar material, aluminum, carbon steel, quartz glass, SUTABAKKUSU material, Pyrex glass, etc. can be considered.

[0036] Next, a blank is started so that it may become the same configuration as the profile configuration of an element reflector from the prepared block (S002). Many blanks 150 as shown in drawing 6 are started. In this case, fields other than the optical surface which forms the reflector of a blank 150 process the precision as a design value. On the other hand, about the field which forms an optical surface, a configuration is unquestioned. However, the following processes can be saved labor if it is made the configuration near a design value as much as possible.

[0037] In this way, as shown in drawing 7, two or more obtained blanks are embedded at the member 151 for inclusion, so that an optical surface may turn into a top face (S003). At this time, the optical surface of a blank 150 does not need to be exposed from a resin side. Next, configuration processing is carried out for the top face of the member for inclusion shown in the optical surface side R> 7 of the member 151 for inclusion, i.e., drawing 7, to a desired configuration (S004). Thereby, the optical surface of a blank comes to have a configuration as a design value.

[0038] Furthermore, the field of this blank by which cutting was carried out is ground, and a mirror plane is made (S005). The blank which has a configuration as shown in drawing 8 by what a blank is taken out from the member 151 for inclusion for after that (S006) is completed (S007). Thus, two or more each element reflectors A1, B1, and C1 are created in a blank, respectively, and after that, each blank is arranged to a position so that an element reflector may be arranged periodically (S008). Thus, the multiple reflecting mirror 2 shown in drawing 3 can be manufactured (S009).

[0039] In addition, except the approach of including a blank in the member 151 for inclusion, and forming the optical surface configuration of an element reflector is sufficient. for example, the edge of the edge section of an element reflector — if it becomes when forming the element reflector which has a field configuration within aimed at precision, even if who arises and the configuration precision of the edge section falls somewhat — a blank — incorporating — business — an optical surface may be formed, without including in a member.

[0040] Next, the 2nd gestalt of this invention in the case of manufacturing the reflective mold integrator shown in drawing 15 and drawing 16 which were explained by the Prior art is explained. The outline of the manufacture approach in the case of forming the reflective mold integrator shown in drawing 15 was shown in drawing 9. First, the blank 91 with an element

reflector is formed in the beginning. The reflective mold integrator shown in drawing 15 is dramatically long in the space of drawing 15, and the depth direction, and is the configuration by which the reflector of a semicircle column configuration is formed the space of drawing 15, and crosswise repeatedly.

[0041] Therefore, with the gestalt of operation of the 2nd of this invention, a blank with one semicircle column configuration is formed first. Moreover, the die length of this blank is also doubled with the stage of processing equipment, and an element reflector is formed by the die length of extent which does not become not much long. Thus, as shown in drawing 9, the blank which has the formed element reflector is arranged two-dimensional so that a cross-section configuration may suit. It has reflector product sufficient by making it this appearance.

[0042] In addition, the formation approach of a blank with the configuration of an element reflector can be formed by the same approach as the gestalt of the operation explained previously. It starts in the same configuration as the profile of an element reflector from a plane block first, and the blank started by the member for inclusion is incorporated. And grinding and polish are carried out to the optical surface of the blank included in the member for inclusion, and a reflector configuration is formed in it. Such is carried out and it can form. In addition, it can form by arranging, as the reflective mold integrator which has the reflector of a concave surface as shown in drawing 1616 was also shown in drawing 10 by the same approach. In addition, since there is no need of dividing especially when there is no die length of the semicircle cylindrical surface so much at a long picture, you may manufacture without dividing into a longitudinal direction, as shown in drawing 11.

[0043] Below, the processing approach of the gestalt the 1st operation concerning this invention is explained more concretely. First, the block of oxygen free copper is prepared. By cutting this block with a milling cutter cut machine, as shown in drawing 12, in the thickness of 1.0mm, and height of 5mm, it is circular and a cross section (slash section in drawing) manufactures two or more blanks 150 which are the radii of 5mm and whose die length is 5mm. In drawing 12, signs that a blank 150 is cut with a milling cutter 122 from block 121 are illustrated.

[0044] In addition, about the field which forms the optical surface of a blank 150, when starting from block 121, the flat surface was only processed. Next, a blank 150 is fixed to the member 151 for inclusion so that it may be made for the field which forms the optical surface of this blank 150 to turn up, and the core of a blank 150 may become a $Z_h=5\text{mm}$ location from the core of the curved surface which carries out configuration processing and it can fix to an engine lathe. A blank 150 is supplied to thermoplastic resin powder, and, specifically, it embeds into the member for inclusion of resin by heating and cooling. And the member for inclusion where the blank 150 was embedded is processed into an engine lathe at installation and the concave surface spherical surface with a radius of curvature of 180mm.

[0045] The member 151 for inclusion where the blank 150 was embedded is removed from an engine lathe after processing termination, and it attaches and grinds to a grinder. This has high profile irregularity and the element reflector A1 where surface roughness is also sufficiently small is formed in a blank. Next, the blank 150 in which the element reflector was formed is taken out from the member 151 for inclusion.

[0046] Thus, two or more blanks 150 in which the element reflector was formed are manufactured. In addition, when forming the element reflector B1 and C1, a blank is manufactured like the above-mentioned, and a blank 150 is fixed to the member 151 for inclusion so that the core of a blank 150 may become a location ($Z_h=5\text{mm}$ and $Y_h=**2.5\text{mm}$) from the core of the curved surface which carries out configuration processing and it can fix to an engine lathe. The rest can be manufactured like the above-mentioned.

[0047] A multi-light source formation reflecting mirror can be manufactured to high degree of accuracy by manufacturing the element reflectors A1, B1, and C1 as mentioned above, and arranging these element reflective components like drawing 3. As mentioned above, the processing approach of the multiple reflecting mirror 2 which consists of element reflectors A1, B1, and C1 which are one part of the spherical surface which has the same radius of curvature was shown. However, the configuration of an element reflector processible by this invention is not restricted to this. For example, even if there are more classes of element reflector than

three kinds, they are good at least. Moreover, an element reflector may be one part of the aspheric surface. Moreover, a discharge wire may be used for the approach when starting a blank from a block.

[0048] Although the member for inclusion made of resin embedded and formed [resin / powder-like] in the started blank as a member for inclusion was used with the gestalt of the above-mentioned operation, this invention is not restricted only to this. Otherwise, for example, the member for inclusion is formed first, the hole which is equivalent to the member for inclusion at the female configuration of a blank is made, and in case configuration processing is carried out to the field which forms the optical surface of a blank, you may also insert and include a blank in the hole of the member for inclusion. Moreover, otherwise, as shown in drawing 13, the member 151 for inclusion is made into the block construction of member 151a for inclusion, and member 151b for inclusion, and as a blank 150 is put, it may be supported by member 151a for inclusion, and member 151b for inclusion. In addition, except the pattern shown in drawing 13 is sufficient as block construction. In addition, although talked the premise [the product made of resin] about the member 151 for inclusion until now, this invention may not be restricted to this and a metal, the ceramics, or glass is sufficient as it.

[0049] Furthermore, in this invention, there is no merely arranging the blank in which the element reflector was formed side by side, and as shown in drawing 14 R> 4, you may finish setting up. Drawing 14 shows blank 150a which formed the member 200 for positioning in the rear face of a blank in which the element reflector was formed as mentioned above. Datum level x1, y1, and z1 is formed in the three directions in which this member 200 for positioning intersects perpendicularly, respectively. Moreover, the criteria member 202 is formed in the substrate 201 which fixes to drawing 14 blank 151a in which the element reflector was formed. The datum level of x2 and y2 is formed in this criteria member 202 so that datum level x1 and y1 may be countered. This is prepared only in the same number as the number of reflectors required for the multiple reflecting mirror 2. In case blank 150a in which the member 200 for positioning was formed is fixed to a substrate 201, it arranges for the business to which x2, and y1 and y2 touch datum level x1, respectively, and further, it arranges and datum level z1 is fixed so that a substrate may be touched. Each blank can be efficiently arranged to high degree of accuracy by making it this appearance.

[0050] In addition, in order to gather a reflection factor to the field processed in this way, it is desirable to form an aluminum thin film in the thickness of about 100nm by vacuum evaporation. Furthermore, magnesium fluoride was formed in the thickness of dozens of nm by vacuum evaporation from the viewpoint of maintenance of antioxidizing and a reflection factor on it. By making it this appearance, it is F2. It becomes possible to reflect efficiently the light of the wavelength emitted from laser. Furthermore, it is [sake / when using the light (electromagnetic wave) of a soft-X-ray field] desirable to form the multilayer (to see the above-mentioned reference 1) of silicon and molybdenum.

[0051]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the reflecting mirror of the complicated configuration which consists of many reflectors can be manufactured at high degree of accuracy and high processing effectiveness by the processing approach offered by this invention. Moreover, the reflecting mirror obtained by this manufacture approach is suitable for the lighting system for semiconductor device manufacturing installations.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] : It is the block diagram showing the processing procedure concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] : It is the outline block diagram of the optical system of the aligner which used the multiple reflecting mirror formed in the processing procedure concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 3] : The outline block diagram of the multiple reflecting mirror formed in the processing procedure concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 4] : Drawing showing the field configuration of the element reflector which constitutes a multiple reflecting mirror

[Drawing 5] : It is drawing having shown the configuration of the multiple reflecting mirror conventionally formed by the processing method.

[Drawing 6] : It is drawing having shown the configuration of the blank started from the block.

[Drawing 7] : It is the drawing in which the situation when including a blank in the member for inclusion was shown.

[Drawing 8] : It is the schematic diagram of a blank with which the desired reflector was formed.

[Drawing 9] : It is the outline block diagram of the multiple reflecting mirror formed by the method of processing the 2nd gestalt of this invention.

[Drawing 10] : It is the outline block diagram of the multiple reflecting mirror formed by the method of processing the 2nd gestalt of this invention.

[Drawing 11] : It is the outline block diagram of the multiple reflecting mirror formed by the method of processing the 2nd gestalt of this invention.

[Drawing 12] : It is drawing having shown how to start a blank with a milling cutter from a block.

[Drawing 13] : It is drawing having shown other examples of the member for inclusion.

[Drawing 14] : It is drawing having shown the member for positioning formed in the blank, and the criteria member prepared in the substrate.

[Drawing 15] : It is the schematic diagram of a reflective mold convex cylindrical shape-like integrator.

[Drawing 16] : It is the schematic diagram of a reflective mold concave surface cylindrical shape-like integrator.

[Drawing 17] : It is drawing having shown the curved surface in which the configuration of a ball end mill and processing are possible.

[Drawing 18] : It is cross-section configuration drawing of the integrator of the shape of a reflective mold convex cylindrical shape formed by the conventional processing method.

[Description of Notations]

1 Light Source

2 Multiple Reflecting Mirror

3 Capacitor Optical Element

4 Reflecting Mirror

5 Mask 5S Mask Stage

6 Projection Optical System

7 Wafer 7S Wafer Stage
8 Mask Stage Controller
9 Wafer Stage Controller
41 Concave Spherical Surface Which Shows Reflector Configuration of Element Reflector
51 Element Reflector Formed by the Conventional Processing Method
121 Block
122 Milling Cutter
150 91,101,111 Blank
150a ... Blank in which the member for positioning was formed
151 Member for Inclusion
201 Substrate
202 Criteria Member
A1, B1, C1 and an element reflector
CR Processing remainder

[Translation done.]